

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Patentschrift
⑩ DE 100 43 814 C 1

⑮ Int. Cl.⁷:

C 25 D 5/00

C 25 D 7/00

C 25 F 3/00

C 25 F 1/00

C 25 D 11/00

H 05 K 3/18

⑯ Aktenzeichen: 100 43 814.8-45
⑯ Anmeldetag: 6. 9. 2000
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 11. 4. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Hübel, Egon, Dipl.-Ing. (FH), 90537 Feucht, DE

⑯ Erfinder:

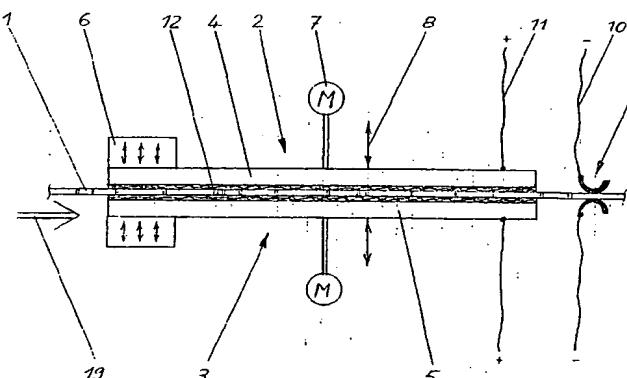
gleich Patentinhaber

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 32 418 C1
DE 44 17 551 A1
DE 43 24 330 A1
DE 42 29 403 A1
DE 36 45 319 A1
EP 07 59 100 B1
EP 09 59 153 A2

⑯ Verfahren und Vorrichtungen zum elektrochemischen Behandeln von Gut

⑯ Die Erfindung betrifft das elektrochemische Behandeln von ebenem und mindestens an der Oberfläche elektrisch leitfähigem Gut. Anwendung findet die Erfindung in Durchlauf- und Tauchbadanlagen u. a. zur präzisen Behandlung von Strukturen mit sehr kleinen Abmessungen, wie sie in der Leiterplattentechnik vorkommen. Zur Vermeidung der störenden Spitzenwirkung werden die Elektroden 4, 5 sehr dicht an die zu behandelnden Oberflächen des Gutes 1 herangebracht. Zur elektrischen Isolation dient ein dünner, electrolytdurchlässiger Isolierwerkstoff 12, der zugleich den Anoden-/Kathodenabstand bildet. Während der elektrochemischen Behandlung findet keine transportbedingte Relativbewegung zwischen dem Gut 1 und den Elektroden 4, 5 statt. Zum Transport werden die Elektroden von der Oberfläche des Gutes vorübergehend entfernt. Die Behandlung erfolgt somit schrittweise.



DE 100 43 814 C 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtungen zum elektrochemischen Behandeln von mindestens an der Oberfläche elektrisch leitfähigem Gut, vorzugsweise zum ein- und beidseitigen Behandeln von Leiterplatten und Leiterfolien. Anwendung findet die Erfindung in Durchlaufanlagen und Tauchbadanlagen. Derartige Anlagen sind unter anderem aus den nachfolgenden Druckschriften bekannt.

[0002] Die Druckschrift DE 36 45 319 C2 beschreibt eine horizontale Durchlaufanlage zur elektrolytischen Behandlung von plattenförmigen Gegenständen. Dieses Gut wird von Klemmern gegriffen, elektrisch kontaktiert und unter Badspiegel zwischen unteren und oberen Anoden kontinuierlich hindurchtransportiert. Der Elektrolyt wird mittels Zulaufrohren, die zwischen den Anoden und dem Gut angeordnet sind, eingeleitet.

[0003] Eine weitere horizontale Durchlaufanlage beschreibt die Druckschrift DE 41 32 418 C1. Die Leiterplatten werden mittels Kontaktrollen seitlich erfaßt, elektrisch kontaktiert und zwischen den oberen und unteren Anoden kontinuierlich durch die Anlage transportiert. Freilaufende Stützrollen zur Führung der durchlaufenden Leiterplatten sind zwischen den Anoden und dem Gut angeordnet.

[0004] Die Druckschrift DE 42 29 403 C2 beschreibt eine Vorrichtung zum Galvanisieren von an der Oberfläche elektrisch leitfähigen Kunststofffolien. Der kontinuierliche Transport durch die Galvanisieranlage erfolgt von Rolle zu Rolle. Die Stromzufuhr zum Gut erfolgt über schleifende Kontakteinrichtungen quer zur Transportrichtung. Quetschwalzenpaare sorgen für den kurzschlußfreien Transport der Folie im Anoden-/Kathodenraum.

[0005] In der Druckschrift EP 0 959 153 A2 ist eine horizontale Durchlauf-Galvanisieranlage beschrieben, bei der Kontaktwalzen aus Metall zur elektrischen Kontaktierung des Gutes verwendet werden. Die Kontaktwalzen sind quer zur Transportbahn angeordnet. Sie rollen auf der Oberfläche des Gutes ab. Zwischen weiteren elektrisch isolierten Transportwalzen in Durchlaufrichtung sind unlösliche Anoden angeordnet. Zur Vermeidung von elektrischen Kurzschlüssen zwischen den Anoden und dem Gut befinden sich vor den Anoden elektrisch isolierende Gitter. Der Elektrolyt strömt durch die Anoden in die elektrolytischen Zellen ein. Das Gut wird kontinuierlich durch die Anlage bewegt.

[0006] Die Druckschrift EP 0 759 100 B1 beschreibt eine vertikale Durchlaufanlage. Auch hier wird das Gut durch die mittels der Anoden gebildeten elektrolytischen Zellen kontinuierlich hindurchbewegt. Die weiteren Merkmale sind mit den oben beschriebenen Anlagen vergleichbar.

[0007] Die vorstehend genannten Anlagen sind geeignet zur vollflächigen elektrolytischen Behandlung von Gut mit hoher Stromdichte, beispielsweise mit 12 A/dm^2 . Das partielle Behandeln von Oberflächen, die mittels einer elektrisch leitfähigen und vollflächigen Grundsicht miteinander verbunden sind, kann dagegen nur mit einer niedrigen Stromdichte, beispielsweise mit 2 A/dm^2 elektrolytisch behandelt werden. Hierzu zählt der Leiterbildungsbau auf Leiterplatten durch Galvanisieren, d. h. das Verstärken von Leiterbahnen. Die Strukturen werden durch einen Resist auf der vollflächigen Grundsicht negativ gebildet. Die freien Flächen werden bei geeigneter elektrischer Kontaktierung galvanisiert. Zur Fertigstellung der Leiterplatten wird anschließend die Grundsicht zwischen den Leiterzügen durch Ätzen entfernt. Voraussetzung für diesen Leiterbildungsbau ist, dass der Resist das elektrische Kontaktieren der Grundsicht ermöglicht.

[0008] Alle diese Anlagen sind gekennzeichnet durch einen, im Vergleich zu den Abmessungen der Strukturen der

Leiterplattentechnik, sehr großen Anoden-/Kathodenabstand. Bei den beschriebenen Durchlaufanlagen beträgt der Anoden-/Kathodenabstand etwa 20 mm bis zu 80 mm. Elektrolytisch zu behandeln sind nach dem derzeitigen

5 Stand der Leiterplattentechnik Strukturen mit einer Breite, beginnend ab 0,05 mm. In absehbarer Zeit wird sich diese Breite nochmals halbieren. Somit beträgt das Verhältnis von Anoden-/Kathodenabstand zur Stukturbreite 400 : 1 und mehr. Störend ist in der Praxis auch, dass dieses Verhältnis 10 nicht konstant ist, wenn in den Durchlaufanlagen, wie üblich, unterschiedlich dicke Leiterplatten produziert werden. Die Dicke des Gutes beträgt typisch 0,1 mm bis 8 mm. Bei horizontalen Durchlaufanlagen verändern diese Dickenunterschiede an der Leiterplattenoberseite den wirksamen Anoden-/Kathodenabstand. Aus diesem Grunde sind kleine Abstände, wie zum Beispiel 20 mm, nachteilig. So beträgt der Anoden-/Kathodenabstand an der Leiterplattenunterseite konstant 20 mm. An der Oberseite ändert sich dieser Abstand in Abhängigkeit von der Leiterplattendicke bei den oben genannten Maßen von 19,9 mm auf 12 mm. Unterschiedliche Zellspannungen und unterschiedliche Strukturbearbeitungen sind die Folge. Bei großen Anoden-/Kathodenabständen werden die relativen Abstandsunterschiede kleiner. Allerdings wird auch die Strukturbearbeitung un- 15 günstiger.

[0009] Wegen des großen Anoden-/Kathodenabstandes treten in Abhängigkeit vom Leiterbild Schichtdickenunterschiede von bis zu 20 : 1 auf. Kleine zu galvanisierende Flächen mit großer umgebender Isolierfläche werden, in Folge 20 der Feldlinienkonzentration im Vergleich zu großen Galvanisierflächen, überproportional behandelt. Dieses Verhalten wird kurz als Spitzenwirkung bezeichnet. Ein Leiterbildungsbau ist zumindest unter Anwendung von wirtschaftlich ausreichend hohen Stromdichten nicht möglich. Damit werden 25 derartige Anlagen praktisch nicht zur elektrolytischen Bearbeitung von Strukturen verwendet, sondern nur zur Vollflächenbearbeitung.

[0010] Aufgabe der in der Druckschrift DE 44 17 551 C2 beschriebenen Erfindung ist es, die Spitzenwirkung weitgehend zu vermeiden. Elektrisch isolierende Distanzmittel halten die Anoden und das Gut während des kontinuierlichen Transportes durch die Durchlaufanlage auf Abstand. Der Abstand sollte das 30-fache der Breite schmaler Leiterzüge nicht übersteigen. Auch bei einem derartigen Abstand 30 ist die Spitzenwirkung, wenn auch abgeschwächt, vorhanden. Die auf dem Gut kontinuierlich abrollenden Anoden stellen zudem für das Gut nur eine linienförmige Anode dar. Um bei gegebener Anlagenlänge eine ausreichende Schichtdicke beim Galvanisieren zu erzielen, muss die Stromdichte erhöht werden. Dies verstärkt jedoch in nachteiliger Weise 35 die Spitzenwirkung. Die in dieser Druckschrift beschriebenen planen Anoden vermeiden diesen Nachteil. Allerdings sind zur Vermeidung von Anoden-/Kathodenkurzschlüssen viele präzise Abstandshalter erforderlich, die auf den zu bearbeitenden Oberflächen entlangschleifen. Zudem besteht 40 beim Durchfahren der immer scharfkantigen Leiterplatten durch die Anodenanordnungen die Gefahr der Beschädigung der aus einem Isolierstoff bestehenden und schleifenden oder abrollenden Abstandshalter.

[0011] Die Druckschrift DE 43 24 330 C2 beschreibt ein Wischverfahren. Eine Wischvorrichtung stört die Diffusionsabsicht an der Oberfläche des Gutes. Das Wischen mittels einer Wischvorrichtung erfolgt durch eine Relativbewegung von Anode und Kathode. Die Wischvorrichtung liegt 45gleitend an der Oberfläche des kontinuierlich durch die Anlage fahrenden Gutes an. Dabei besteht auch die Gefahr der Beschädigung des Resistes auf der Leiterplatte. Die in der Druckschrift beschriebenen Wischrollen mit integrierter

Anodenfunktion haben wieder den Nachteil einer nur sehr kurzen, an der Mantellinie wirksamen Anode in Transportrichtung. Der Wischwerkstoff muss so porös sein, dass er nicht nur Ionendurchlässig, sondern auch elektrolytdurchlässig ist. Derartige Werkstoffe sind beim Abrollen an den scharfen Kanten der Leiterplatten verschleißfällig. Werden, wie in der Druckschrift vorgeschlagen, das Wischen und die Anodenfunktion getrennt, so blenden die Wischrollen die Anoden weitgehend ab. Des Weiteren ist die Länge der Wischfläche in Transportrichtung je Wischrolle an der Mantellinie sehr kurz. Die Anoden und die Wischvorrichungen behindern sich gegenseitig.

[0012] Aufgabe der Erfindung ist es, in Durchlaufanlagen und in Tauchbadanlagen ein präzises elektrolytisches Behandeln von Gut, insbesondere zum Galvanisieren von sehr kleinen Leiterbahnstrukturen auf Leiterplatten und Leiterfolien, unter Vermeidung der oben beschriebenen Nachteile, zu ermöglichen. Die Leiterbahnstrukturen sind mittels einer Grundsicht elektrisch miteinander verbunden.

[0013] Gelöst wird die Aufgabe durch das in Patentanspruch 1 beschriebene Verfahren und durch die Vorrichtungen gemäß der Patentansprüche 20 und 29.

[0014] Die Erfindung eignet sich zur Durchführung aller elektrochemischen Prozesse, das heißt zum elektrochemischen Metallisieren, Ätzen, Oxidieren und Reduzieren unter Verwendung von Elektrolyten mit und ohne Redoxsystem. Bevorzugt kommen im Elektrolyten unlösliche Anoden zum Einsatz. Grundsätzlich sind auch lösliche Anoden verwendbar.

[0015] Nachfolgend wird die Erfindung zur Kürzung der Beschreibung nur noch am Beispiel des Galvanisierens detailliert beschrieben. Die Elektroden werden dementsprechend mit Anode und Kathode bezeichnet. Zur weiteren Beschreibung dienen auch die nachfolgenden, schematisch dargestellten Figuren:

[0016] Fig. 1 zeigt das Grundprinzip der elektrolytischen Zelle mit dem minimalen Anoden-/Kathodenabstand während der elektrolytischen Behandlung.

[0017] Fig. 2 zeigt im Ausschnitt eine horizontale Durchlaufanlage zur Leiterplattenbehandlung mit einer Walzenkontakteierung des Gutes.

[0018] Fig. 3 zeigt im Ausschnitt eine horizontale Durchlaufanlage mit einer Streifenkontakteierung des Gutes.

[0019] Fig. 4a zeigt im Querschnitt einen Streifenkontakt mit einer Kontaktleiste, die isoliert und federnd in einem elastischen Werkstoff gelagert ist.

[0020] Fig. 4b zeigt desgleichen einen Streifenkontakt, dessen Kontaktleiste in sich aus einem elastischen und elektrisch leitfähigen Werkstoff besteht und die mit einem elastischen, elektrisch nichtleitenden Werkstoff isoliert ist.

[0021] Die Fig. 1 zeigt das Grundprinzip der erfundungsgemäßen Zelle mit dem Gut 1 sowie mit einer oberen Anodenanordnung 2 und einer unteren Anodenanordnung 3. Die Anodenanordnungen bestehen aus den oberen und unteren Anoden 4 und 5, die vorzugsweise als unlösliche Anoden ausgeführt sind. An den aktiven Flächen, d. h. an der dem Gut zugewandten Fläche, sind sie mit einem Isolierwerkstoff 12 versehen. Dieser ist ionen- und elektrolytdurchlässig. Er besteht z. B. aus einem aufgespannten dünnen Gewebe. Die Dicke des Isolierwerkstoffes 12 ist zugleich der wirksame Anoden-/Kathodenabstand bei der elektrolytischen Behandlung. Eine Gewebedicke von z. B. 0,15 mm bringt den Anoden-/Kathodenabstand in die Größenordnung der zu behandelnden Strukturen, wie sie z. B. beim Leiterbildungsbau von Leiterplatten vorkommen. Damit werden Spitzenwirkungen vermieden. Dies führt zu einer sehr gleichmäßigen Schichtdickenverteilung.

[0022] In Fig. 1 ist die Situation während der elektrolyti-

schen Behandlung des Gutes 1 dargestellt. Der Transportantrieb des Gutes 1 ist ausgeschaltet. Die oberen und unteren Anodenanordnungen 2 und 3 berühren die elektrolytisch zu behandelnden Oberflächen, wobei der ionendurchlässige

5 Isolierwerkstoff 12 vor den Anoden einen elektrischen Kurzschluss bei kleinstem Anoden-/Kathodenabstand sicher verhindert. Zwischen dem Gut 1 und den Anodenanordnungen 2 und 3 findet während der elektrolytischen Behandlung keine relative Transportbewegung statt. Nach einer, im all-

10 gemeinen zeitlich kurzen Behandlung öffnen sich die Anodenanordnungen. Sie werden somit von den zu behandelnden Oberflächen entfernt und das Gut wird einen Schritt in Pfeilrichtung 19 weiterbefördert. Nach dem erneuten Schließen der Anodenanordnungen 2 und 3 wiederholt sich

15 die elektrolytische Behandlung. Durch das Öffnen und Schließen der Anodenanordnungen in Richtung des Doppelpfeiles 8 wird jedesmal auch der Elektrolyt an der Oberfläche des Gutes und an den Anoden ausgetauscht. Das Öffnen und Schließen erfolgt mittels einer von einem Hubmotor 7

20 betätigten Hub- und Senleinrichtung, die nachfolgend kurz Hubeinrichtung genannt wird. Die nicht dargestellte Hubeinrichtung wird mittels bekannter Techniken des Maschinenbaus und der Automatisierungstechnik hergestellt.

[0023] Bei beidseitiger Behandlung des Gutes befinden sich an beiden Seiten Hubeinrichtungen. Zur Unterstützung des elektrochemischen Behandlens kann eine Rüttleinrichtung 6 verwendet werden. Diese setzt die Anodenanordnung 2 beziehungsweise 3 in Vibrationen. Dies verringert die Diffusionsschichtdicke an der zu behandelnden Oberfläche,

30 welches die Anwendung einer höheren Stromdichte erlaubt.

[0024] Die leitende Oberfläche des Gutes wird von einem Kontaktelement 9 elektrisch kontaktiert. Als Kontaktelemente eignen sich u. a. Kontaktwalzen, Kontakträder und Klammern. Elektrische Leiter 10 und 11 verbinden die elektrolytische Zelle mit einer nicht dargestellten Badstromquelle. Bei dem Badstrom kann es sich um Gleichstrom, unipolaren oder bipolaren Pulsstrom handeln. In der Fig. 1 ist die Polarität für das Galvanisieren des Gutes 1 eingezeichnet.

40 [0025] Fig. 2 zeigt in der Seitenansicht eine horizontale Durchlaufanlage zur Leiterplattenbehandlung mit einer Walzenkontakteierung des Gutes.

[0026] Eine metallische und somit harte Kontaktwalze 17 ist zur Vollflächenkontakteierung geeignet. Befindet sich ein elektrisch isolierender Resist zur Strukturbildung auf der

45 Oberfläche des Gutes, so ist die Kontaktierung der leitenden Oberflächenbereiche nicht möglich. In diesem Fall wird eine Kontaktwalze 17 verwendet, die aus einem elastischen und elektrisch leitfähigen Werkstoff besteht. Derartige Werkstoffe sind z. B. Elastomere oder Silikone, die bei der Herstellung mit elektrisch leitfähigen Füllstoffen verschont worden sind. Derartige Füllstoffe bestehen z. B. aus Metallpulver, Metallflocken und ähnlichen Teilchen. Die Abmessungen derartiger Teilchen betragen im Durchmesser etwa

10 µm oder weniger. Damit lassen sich Verbundwerkstoffe mit einer elektrischen Leitfähigkeit herstellen, die nahe an die Leitfähigkeit der üblichen elektrochemisch resistenten Metalle wie Titan oder Edelstahl herankommen. Derartige elastische Kontaktwalzen 17 überbrücken die etwa 40 µm hohen Resistflanken, zumindest an den nicht mit Resist abgedeckten größeren Oberflächenbereichen, die stets vorhandenen sind, und kontaktieren so das Gut.

[0027] Die Behandlung des Gutes erfolgt schrittweise. In der Vorrichtung nach Fig. 2 ist die Situation während der beidseitigen elektrochemischen Behandlung dargestellt, d. h. während eines Behandlungsschrittes. Der Transportantrieb in Pfeilrichtung ist ausgeschaltet. Die Anodenanordnungen 2 und 3 berühren die zu behandelnden Oberflächen des Gutes 1. Die Badstromquelle ist eingeschaltet. Es erfolgt die elektrochemische Behandlung, die durch Einschaltung der Rüttelleinrichtung 6 unterstützt werden kann. Für das synchron Ein- und Ausschalten der Bewegungen und der Badstromquellen sorgt eine Synchronisations- und/oder Schalteinrichtung, wie sie aus der Automatisierungstechnik bekannt sind. Die mögliche Dauer der Behandlung ist abhängig von der chemischen Zusammensetzung des Elektrolyten, von der angewandten Stromdichte, sowie vom Anoden-/Kathodenabstand, d. h. von der Dicke des Isolierwerkstoffes 12 vor den Anoden, und von der Art des Isolierwerkstoffes. Die Dicke und die Art des Isolierwerkstoffes bestimmen die Menge des für jeden Behandlungsschritt verfügbaren, konditionierten Elektrolyten. Dieser konditionierte Elektrolyt wird nachfolgend kurz: frischer Elektrolyt genannt. Als Isolierwerkstoff 12 eignen sich resistente Tücher, Filz, offenporiger Schaumstoff, Keramiktücher und andere ionendurchlässige und flüssigkeitsdurchlässige Werkstoffe. Die ionendurchlässigen Isolierwerkstoffe können weich und saugfähig, oder hart und nicht flüssigkeitsaufnehmend sein. Ein Beispiel für harte Isolierwerkstoffe ist die partielle Isolation der Anoden mit einem resistenten Isolator, wie z. B. festanhaltende Keramikpartikel oder Kunststoffpartikel. In diesem Falle sind die Anoden partiell ionendurchlässig und partiell elektrisch isoliert. Flüssigkeitsaufnehmende und weiche Isolierwerkstoffe führen, insbesondere zusammen mit der Vibration der Anoden, eine für den elektrochemischen Prozeß vorteilhafte Walkarbeit aus. Diese Walkarbeit beschleunigt den Prozeß durch eine Vergrößerung der Dicke der Diffusionsschicht. Die Dauer pro Behandlungsschritt liegt bei wenigen Millisekunden, z. B. 10 ms und sie reicht bis zu einer Stunde.

[0028] Nach diesem Behandlungsschritt öffnet die Hubeinrichtung die Anodenanordnungen 2 und 3 geradlinig in Pfeilrichtung 8 oder auf einer Kurvenbahn schwenkend und desgleichen resultierend in Pfeilrichtung 8. Dabei kann die Badstromquelle eingeschaltet bleiben. Ein Abreißfunken entsteht nicht. Sie kann auch vor dem Öffnen im Strom reduziert, umgepolzt, oder ganz ausgeschaltet werden, damit bei dem jetzt einsetzenden Transportschritt in Pfeilrichtung 19 an den Kontaktwalzen 17 ein sehr geringer oder kein Strom fließt. Die Weglänge des Transportschrittes wird in erster Linie von der Expositionszeit bestimmt. Ist diese Zeit lang bei gegebener Anlagenlänge, d. h. bei gegebener Anzahl von Arbeitsbehältern 15 und Anodenlängen in Transportrichtung, dann ist der Transportschritt entsprechend länger. Anlagenlänge und Anlagenleistung werden aufeinander so abgestimmt, daß die Transportschritte etwa 1 mm und bei Großanlagen bis zu 2 m betragen. Die Anoden können sich auch relativ zum ruhenden Gut bewegen. Durch das Öffnen der Anodenanordnungen 2 und 3 gelangt frischer Elektrolyt in den Bereich der Anode und Kathode. Nach erfolgtem Transportschritt schließen die Anodenanordnungen wieder. Die Anoden setzen erneut mit den Isolierwerkstoffen 12 auf

den Oberflächen des Gutes auf. Dabei entsteht ein hydrodynamischer Druck des Elektrolyten, der auch einen erhöhten Stoffaustausch in Durchgangslöchern und in Sacklöchern des Gutes bewirkt. Spätestens mit dem Aufsetzen der Anodenanordnungen auf dem Gut wird der Transportantrieb

- 5 ausgeschaltet und zugleich werden die Badstromquellen, falls sie ausgeschaltet waren, mit der erforderlichen Polarität wieder eingeschaltet. Alle Bewegungen, Transportschritte und das elektrische Schalten der Badstromquellen werden von einer nicht dargestellten zentralen Anlagensteuerung zeitgerecht gesteuert. Die Fig. 2 gilt grundsätzlich auch für eine vertikale Durchlaufanlage. In diesem Falle stellt die schematische Darstellung die Draufsicht dar.
- 10 [0029] Fig. 3 zeigt in der Seitenansicht eine horizontale Durchlaufanlage zur Leiterplatten- oder Leiterfolienbehandlung mittels einer Streifenkontakteierung. Zugleich stellt die Fig. 3 in der Draufsicht eine vertikale Durchlaufanlage dar. Die Streifenkontakte 20, die weiter unten näher erläutert werden, erfordern in Durchlaufanlage keine Dichtwalzen.
- 15 20 Es kann ein durchgehender Arbeitsbehälter, so wie er in Fig. 3 dargestellt ist, verwendet werden. Der Streifenkontakt 20 stellt eine elektrische Verbindung von der Oberfläche des Gutes 1 zu der nicht dargestellten und bereits beschriebenen Badstromquelle her. Der Streifenkontakt 20 wird bei ausgeschaltetem Transport des Gutes 1 fest an die zu behandelnde Oberfläche angedrückt. Zugleich sind die Anodenanordnungen 2 und 3 geschlossen. Die Darstellung in Fig. 3 zeigt den Behandlungsschritt. Danach erfolgt das Öffnen der Anodenanordnungen 2 und 3. Mit derselben Bewegung werden auch die Streifenkontakte 20 von der Oberfläche des Gutes 1 abgehoben, was durch die gestrichelten Linien angedeutet ist. Vorteilhaft ist es, wenn kurz zuvor oder mit dem Einleiten der Öffnungsbewegung die Badstromquelle ausgeschaltet wird oder zumindest in der Stromstärke verringert wird.
- 25 35 Damit wird eine Funkenbildung und/oder eine Metallisierung des Kontaktes vermieden. Durch Umpolung im geöffneten Zustand der Anordnung ist eine Entmetallisierung der Kontakte bei Bedarf möglich. Mit dem Öffnen setzt auch ein Transportschritt des Gutes 1 ein. Danach schließen die Anodenanordnungen 2 und 3 gemeinsam mit den Streifenkontakten. Vor Abschluß der Schließbewegung ist der Transportschritt beendet. Unterhalb eines Streifenkontaktees findet keine Behandlung statt. Die Transportschritte werden in ihrer Länge so auf die gegenseitigen Abstände der Streifenkontakte abgestimmt, dass alle Oberflächenbereiche des Gutes zeitlich gleichlang elektrochemisch behandelt werden. Nach Abschluß der Schließbewegung wird die Badstromquelle wieder eingeschaltet. Die weiteren Abläufe und Funktionen sind bereits anhand der Fig. 2 beschrieben worden.
- 40 45 Der Streifenkontakt 20 kann quer zur Transportrichtung und zu dieser in einem rechten Winkel angeordnet sein. Ein davon abweichender Winkel, d. h. schräg angeordnete Streifenkontakte kontaktieren zwei aufeinanderfolgende Abschnitte von Gut. Der Streifenkontakt kann nicht in einer Lücke von mit Abstand aufeinanderfolgendem Gut kontaktieren. Die Anodenanordnungen können auch entsprechend schräg geschnitten ausgeführt werden. Die Streifenkontakteierung hat folgende weitere Merkmale:
- 50 Es wird kein Schleifkontakt 18 benötigt. Zur Stromzuführung auf den Streifenkontakt 20 können verschleißfreie elektrische Leiter 10 in Form von flexiblen Strombändern oder Hochstromlitzen verwendet werden. Der übliche Schleifkontaktabtrieb entfällt. Des Weiteren läßt sich der eigentliche Kontakt im Gegensatz zu Kontaktwalzen elektrisch so isolieren, daß ein unerwünschtes Metallisieren bei einem Galvanisierprozeß vermieden wird. Elastische und angetriebene Dichtwalzen sind nicht erforderlich. Entsprechend kürzer wird die Baulänge der Anlage. Insbesondere
- 55 60 65

wird bei z. B. gleicher Anodenlänge im Vergleich zur Walzenkontakteierung der Abstand von einer Kontaktstelle zur nächsten in Transportrichtung kürzer. Dies erlaubt die Produktion von kürzerem Gut 1 oder von längeren Anoden bei gegebener Länge des Gutes 1.

[0030] Die Fig. 4a zeigt einen Streifenkontakt 20 im Querschnitt. Er erstreckt sich längs in die Zeichnungsebene hinein. Ein Träger 21, aus Metall oder Kunststoff, dient zur Stabilisierung und zur Befestigung an einer Hubeinrichtung. Am Träger 21 ist ein elektrisch isolierender und elastischer Werkstoff 22 befestigt, z. B. an vulkanisiert. In diesen Werkstoff 22 ist eine starre Kontaktleiste 23 eingebettet. Die Kontaktleiste 23 besteht vorzugsweise aus einem elektrochemisch resistenten Metall, z. B. aus Titan oder Niob. Das Metall kann auch mit einer resistenten Oberflächenbeschichtung versehen sein. Über einen elektrisch isolierten Leiter 10 ist die Kontaktleiste 23 mit der Badstromquelle verbunden. Der Isolierwerkstoff 22 dichtet während des Behandlungsschrittes die Kontaktleiste 23 in Richtung zur elektrolytischen Zelle völlig ab. Ein unerwünschtes Metallisieren, der beim Galvanisieren kathodischen Kontaktleiste 23, wird so auch ohne Dichtwalzen 13 sicher vermieden.

[0031] Sind Teilbereiche der zu behandelnden Oberfläche mit Resist abgedeckt, wird die verbleibende freie Oberfläche von einem metallisch starren Kontakt nicht sicher kontaktiert. Dafür eignet sich der Streifenkontakt, den Fig. 4b zeigt. Am Träger 21 ist eine elastische Kontaktleiste 24 befestigt. Sie besteht aus dem bereits oben beschriebenen elastischen und mit elektrisch leitfähigen Füllstoffen versehenen Werkstoff. Beidseitig ist an der elastischen Kontaktleiste 24 ein elastischer und elektrisch isolierender Werkstoff 22 angebracht. Dieser Isolierwerkstoff schützt die Kontaktleiste 24 vor unerwünschter Metallisierung bei kathodischer Polarität. Durch die Elastizität ist es möglich, auch partiell mit Resist versehenes Gut 1 sicher zu kontaktieren. Die elektrische Verbindung zur Badstromquelle wird mittels eines elektrischen Leiters 26 in unmittelbare Nähe des Streifenkontakte 20 und im weiteren Verlauf mit elektrischen Leitern 10 hergestellt. Der Streifenkontakt 20, gemäß Fig. 4b, kann auch so ausgebildet werden, daß der eigentliche Kontakt zum Gut aus Metall besteht, aber im Gegensatz zur starren Kontaktleiste in Fig. 4a besteht die Kontaktleiste aus z. B. gestanzten und gestapelten Metallplättchen von beispielsweise 0,1 mm Dicke. Die gestapelten Metallplättchen werden an Stelle des unteren Teiles der Kontaktleiste 24 eingelegt und z. B. durch Formschluß befestigt. Die Metallplättchen stützen sich nach oben in Fig. 4b gegen den verbleibenden elastischen und elektrisch leitfähigen Werkstoff ab, der danach eine gemeinsame elektrische Verbindung aller Metallplättchen herstellt. Zum Gut hin wirkt ein elastischer metallischer Kontakt.

[0032] Zur Anpassung an Oberflächenunebenheiten kann die Kontaktleiste auch aus Kontaktstücken bestehen, die in sich gefiedert, d. h. mit kleinen Einschnitten versehen sind. Desgleichen sind hierfür federnde metallische Bürstenleisten verwendbar.

[0033] Die Anwendungsbeispiele wurden für Leiterplatten und Leiterfolien beschrieben. Diese liegen in der Regel in Form von Abschnitten vor. Die erfundengemäßen Vorrichtungen und das Verfahren eignen sich auch sehr gut zur elektrochemischen Behandlung von endlosem Gut in Form von Folien von Rolle zu Rolle. Hierzu dienen die bekannten Behälter, Antriebe, Führungs- und Umlenkrollen von elektrochemischen Bandanlagen. Das zu behandelnde Band wird bei jedem Behandlungsschritt durch eine Schalteinrichtung gehalten. Die Anodenanordnungen 2 und 3 schließen und öffnen sich, so wie es bereits oben beschrieben wurde. Gleichermaßen gilt für das Ein- und Ausschalten der

Badstromquellen. Für das zeitgerechte Steuern sorgt ebenfalls die elektrisch/mechanische Schalteinrichtung.

[0034] Bei großen und schweren Bandrollen ist das fortwährende Anhalten und Wiederanfahren des zu behandelnden Bandes technisch aufwendig. Zur Vermeidung des schrittweisen Transports bei der Behandlung großer und schwerer Bänder wird das Prinzip der fliegenden Säge angewendet. Das Gut wird kontinuierlich transportiert. Während des Behandlungsschrittes führen die am Gut anliegenden

10 Anodenanordnungen 2 und 3 eine synchrone Transportbewegung, d. h. einen Transportschritt zusammen mit dem Gut aus. Zwischen dem Gut und den Anodenanordnungen findet dabei keine Relativbewegung statt. Nach dem Behandlungsbzw. Transportschritt öffnen die Anodenanordnungen und fliegen geöffnet den Transportschritt zurück. Dann schließen sie wieder und behandeln erneut mitliegend das Gut. Bei der Streifenkontakteierung führen auch die Streifenkontakte diese Öffnungs-, Schließ- und Transportbewegungen mit aus.

20 [0035] In den Figuren sind beidseitige Behandlungen des Gutes dargestellt. Bei einseitiger Behandlung entfällt eine Anodenanordnung. An Stelle dieser Anodenanordnung tritt ein ebener Körper, der die Andruckkraft der verbleibenden einseitigen Anodenanordnung aufnimmt. Das erfundengemäße Verfahren eignet sich auch zur elektrochemischen Behandlung von geformtem Gut, das elektrisch kontaktiert ist.

25 Die Anoden und der darauf befindliche Isolierwerkstoff werden der Form des Gutes genau angepasst. Damit wird eine ungleichmäßige Behandlung in Folge der Spitzewirkung sicher vermieden. Die Behandlung erfolgt durch permanentes Öffnen, Elektrolytaustauschen und Schließen der an das Gut angepaßten Vorrichtung.

[0036] Ein weiteres Anwendungsgebiet stellen Tauchbadanlagen dar. Das Gut ruht im Arbeitsbehälter und die Anodenanordnungen werden zum Elektrolytaustausch fortwährend geöffnet und geschlossen. Die elektrische Kontaktierung des Gutes erfolgt mittels bekannter Warenträger, Klammern und/oder Gestelle. Zur präzisen Behandlung von Strukturen auf Leiterplatten kann im Vergleich zum Stand

30 der Technik eine wesentlich höhere Stromdichte angewendet werden. Zusätzlich erfolgt eine Energieeinsparung durch die sehr niedrige Zellspannung. In Durchlaufanlagen ist auch jede andere, hier nicht beschriebene Art der elektrischen Kontaktierung des Gutes möglich. Auf die bekannten

35 einseitigen Kontaktierungen am Rand von ebenem Gut, wie die Klammerkontakteierung oder die Radkontakteierung, soll besonders hingewiesen werden. Auch sie eignen sich sehr gut zur Durchführung des erfundengemäßen Verfahrens.

50

Bezugszeichenliste

1 Gut

2 obere Anodenanordnung

3 untere Anodenanordnung

55 4 obere Anode

5 untere Anode

6 Rütteleinrichtung, auf die Anoden wirkend

7 Hubmotor

8 Kennzeichnungspfeil für die Bewegungen

60 9 Kontaktlement für das Gut

10 elektrischer Leiter zum Badstromquellen-Minuspol

11 elektrischer Leiter zum Badstromquellen-Pluspol

12 Isolierwerkstoff

13 Dichtwalzen

14 Dichtwände

15 Arbeitsbehälter

16 Elektrolyt

17 Kontaktwalze

18 Schleifkontakt	
19 Transportrichtungspfeil	
20 Streifenkontakt	
21 Träger	5
22 elastischer Isolierwerkstoff	
23 starre Kontaktleiste	
24 elastische Kontaktleiste	
25 Transportwalze	
26 flexible Strombänder	10

Patentansprüche

1. Verfahren zum elektrochemischen Metallisieren, Ätzen, Oxidieren und Reduzieren von ebenem und geformtem Gut, wie zum Beispiel Leiterplatten und Leiterfolien oder Hohlwaren in Durchlaufanlagen oder Tauchbadanlagen mit Elektrolytbehältern, Elektrolyt, Elektroden, Badstromquellen und Transporteinrichtungen, bestehend aus den Verfahrensschritten:

- a) Transportieren des Gutes in das elektrolytische Bad,
- b) In-Kontakt-Bringen des Gutes mit dem Elektrolyten im Bad,
- c) elektrisches Kontaktieren und leitendes Verbinden der zu behandelnden, elektrisch leitfähigen Oberflächen mit mindestens einer Badstromquelle,

dadurch gekennzeichnet.

- d) dass die Elektrode(n) auf die Oberfläche(n) des Gutes aufgesetzt wird, beziehungsweise werden, wobei die dem Gut zugewandten Oberflächen der Elektrode(n) zumindest partiell ionendurchlässig elektrisch isoliert sind,
- e) und dass der Transport des Gutes durch die von den Elektroden und dem Gut gebildete(n) elektrolytische(n) Zelle(n) so erfolgt, dass spätestens ab dem Zeitpunkt des Aufsetzens der Elektroden zwischen diesen und dem Gut keine Relativbewegung stattfindet,
- f) und dass während des Aufsitzens der Elektroden auf der Oberfläche des Gutes ein elektrolytischer Behandlungsschritt mit einem Anoden-/Kathodenabstand stattfindet, der von der Dicke der Isolation der Elektrode(n) bestimmt wird,
- g) und dass nach dem Behandlungsschritt die Elektrode(n) von der Oberfläche des Gutes wieder abgehoben wird beziehungsweise werden,
- h) und dass während der abgehobenen Elektrode(n) ein transportbedingter relativer Bewegungsschritt zwischen dem Gut und den Elektroden stattfindet,
- i) und dass sich dieser Ablauf entsprechend der Verfahrensschritte d) bis h) fortwährend wiederholt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Behandlungsschritt bei jeder Ablaufwiederholung 10 Millisekunden bis 1 Stunde lang andauert.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gut bei jeder Ablaufwiederholung durch den relativen Transportschritt 1 Millimeter bis 2 Meter transportiert wird.

4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gut im elektrolytischen Bad durch elektrisch leitfähige Streifenkontakte kontaktiert wird.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gut im elektrolytischen Bad

durch elektrisch leitfähige Kontaktwalzen kontaktiert wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gut im elektrolytischen Bad durch elektrisch leitfähige Kontaktträder elektrisch kontaktiert wird, die mindestens am Rand des Gutes abrollen.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gut im elektrolytischen Bad durch elektrisch leitfähige Klammern kontaktiert wird, die am Rand des Gutes klammern.

8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Streifenkontakte gemeinsam mit der Elektrode oder mit den Elektroden vom Gut abgehoben und wieder aufgesetzt werden.

9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Badstrom, in Transportrichtung des Gutes geschen, vor und nach jeder Elektrode, beziehungsweise vor und nach jeden oberen und unteren Elektroden, in das Gut eingespeist wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass elektrisch isolierende Walzen, die quer zur Transportrichtung und parallel zu den elektrischen Kontaktlementen angeordnet sind, den Anoden-/Kathodenraum von den Kontaktlementen elektrisch trennen.

11. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Badstromquelle(n) immer dann ausgeschaltet ist oder sind, wenn die Elektrode(n) nicht auf der Oberfläche der Gutes aufsitzen.

12. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 4 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Badstromquelle(n) immer dann umgepolt betrieben wird oder werden, wenn die Elektrode(n) nicht auf der Oberfläche der Gutes aufsitzen.

13. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Gut zugewandte(n) Seite(n) der Elektrode(n) mit einem Isolermittel elektrisch und ionendurchlässig so isoliert wird oder werden, dass damit zugleich der Abstand der Elektrode(n) zum Gut präzise eingehalten wird.

14. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden durch Rüttleinrichtungen zu Vibrationen mindestens dann angeregt werden, wenn die elektrolytische Behandlung stattfindet.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass bei beidseitiger elektrolytischer Behandlung die beidseitig angeordneten Rüttleinrichtungen mit gleicher oder unterschiedlicher Phasenlage der Schwingungen betrieben werden.

16. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4 und 8 bis 15 dadurch gekennzeichnet, dass bei kontinuierlichem Transport des Gutes durch die elektrolytische Anlage, die Elektroden allein, und bei vorliegender Streifenkontakteierung die Elektroden und die Streifenkontakte gemeinsam zur elektrolytischen Behandlung an die Oberfläche des Gutes angedrückt werden und so mit dem Gut eine kurze Strecke synchron mitfliegen und dass sie nach dieser Strecke wieder abgehoben werden und gegen die Transportrichtung des Gutes geöffnet schnell zurückfahren, mit anschließendem erneuten Schließen und einer weiteren mitfliegenden elektrolytischen Behandlung und dass sich diese Vorgänge fortwährend wiederholen.

17. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass ein Transport des Gutes durch die elektrolytische Anlage dann erfolgt,

wenn keine elektrolytische Behandlung stattfindet.

18. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Transportbewegung des Gutes durch die elektrischen Kontaktmittel, wie z. B. durch Klammern, Kontakträder oder Kontaktwalzen auf das Gut übertragen wird. 5

19. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzliche Transportmittel in Form von Dichtwalzen das Gut transportieren. 10

20. Vorrichtung zum elektrochemischen Metallisieren, Ätzen, Oxidieren und Reduzieren von ebenem Gut, wie zum Beispiel Leiterplatten und Leiterfolien in Durchlaufanlagen und Tauchbadanlagen mit Elektrolytbehältern, Elektroden, Badstromquellen und Transporteinrichtungen, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 bestehend aus:

- a) einer Transporteinrichtung zur Förderung des Gutes durch die elektrolytische Anlage, 20
- b) einer Pumpeinrichtung zur Kreislaufförderung des Elektrolyten im elektrolytischen Bad und durch Einrichtungen zur Elektrolytregenerierung,
- c) mindestens einer Badstromquelle zur Speisung der elektrolytischen Zelle oder der Zellen, 25
- d) elektrischen Kontaktelementen zur Stromübertragung von der Bad-Stromquelle auf das Gut,

gekennzeichnet durch:

- e) Elektroden, die jeweils mit einem ionendurchlässigen, elektrischen Isolierwerkstoff an jener Fläche versehen sind, die in Richtung der zu behandelnden Oberfläche des Gutes weist. 30
- f) mindestens eine Hubeinrichtung für die Elektrode(n) zur fortwährenden, nahezu senkrechten Annäherung, Ruhestellung mit elektrochemischer Behandlung des Gutes und Entfernung der Elektrode(n) von der Oberfläche des Gutes, 35
- g) eine Transporteinrichtung zum Transport des Gutes durch die elektrolytische(n) Zeile(n) derart, dass während der elektrolytischen Behandlung zwischen den Elektroden und dem Gut keine Relativbewegung stattfindet, 40
- h) und eine Schalteinrichtung zum koordinierten Ein- und Ausschalten der Hubeinrichtungen für die Elektroden und Kontakte, sowie der Transporteinrichtungen für das Gut. 45

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch eine Schalteinrichtung zum koordinierten Ein- und Ausschalten des Badstromes. 50

22. Vorrichtung nach den Ansprüchen 20 und 21, gekennzeichnet durch eine Umpoleinrichtung zum koordinierten Umpolen der Badspannung(en).

23. Vorrichtung nach den Ansprüchen 20 bis 22, gekennzeichnet durch elektrische Kontaktélémente in Form von seitlich das Gut ergreifende Klammern. 55

24. Vorrichtung nach den Ansprüchen 20 bis 22, gekennzeichnet durch elektrische Kontaktélémente in Form von seitlich auf dem Gut abrollenden Kontakträdern. 60

25. Vorrichtung nach den Ansprüchen 20 bis 22, gekennzeichnet durch elektrische Kontaktélémente in Form von abrollenden Kontaktwalzen, die langgestreckt und quer zur Transportrichtung des Gutes angeordnet sind. 65

26. Vorrichtung nach Anspruch 25, gekennzeichnet durch elektrische Kontaktwalzen mit einer elastischen und elektrisch leitfähigen Oberfläche.

27. Vorrichtung nach den Ansprüchen 20 bis 26, gekennzeichnet durch mindestens eine Rüttleinrichtung, die die Elektrode(n) und damit auch das Gut, zumindest während der Zeit der elektrolytischen Behandlung, in Vibration versetzt.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, gekennzeichnet durch beidseitig am Gut angeordnete Elektroden, mit jeweils unabhängig voneinander angetriebenen und in der Schwingungsphase einstellbaren Rüttleinrichtungen.

29. Vorrichtung zum elektrischen Kontaktieren von flachem Gut in elektrolytischen Durchlaufanlagen und in Bandanlagen, vorzugsweise in Anlagen zur Herstellung von Leiterplatten und Leiterfolien und insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch 1 und zur Verwendung in der Vorrichtung nach Patentanspruch 20 bestehend aus:

- a) einem elektrisch leitfähigen Streifenkontakt, der sich quer zur Durchlaufrichtung des Gutes über dieses erstreckt,
- b) einer elektrisch leitfähigen Verbindung von diesem Streifenkontakt zur Badstromquelle,
- c) einer Hub- und Senkeinrichtung zum Abheben des Streifenkontakte von der zu kontaktierenden Gutoberfläche und zum Aufsetzen und Andücken des Streifenkontakte auf derselben an einer anderen Stelle,
- d) einer Synchronisationseinrichtung, zur Koordinierung der Bewegungen des Streifenkontakte mit den übrigen, in der elektrolytischen Anlage ablaufenden Bewegungen, insbesondere mit den Elektrodenbewegungen und den Transportbewegungen des Gutes.

30. Vorrichtung nach Anspruch 29, gekennzeichnet durch einen Streifenkontakt mit einer Kontaktleiste, die mit Ausnahme der Kontaktfläche zum Gut in einem elektrisch isolierenden und chemisch beständigen Werkstoff eingebettet ist und die zusammen eine Baueinheit bilden.

31. Vorrichtung nach den Ansprüchen 29 und 30, gekennzeichnet durch eine Kontaktleiste, die aus einem starren Metallkörper besteht.

32. Vorrichtung nach den Ansprüchen 29 und 30, gekennzeichnet durch eine Kontaktleiste, die aus gefiederten metallischen Kontaktstücken besteht.

33. Vorrichtung nach den Ansprüchen 29 und 30, gekennzeichnet durch eine Kontaktleiste, die aus federnden metallischen Bürstenleisten besteht.

34. Vorrichtung nach den Ansprüchen 29 und 30, gekennzeichnet durch eine Kontaktleiste, die aus dünnen, gestapelten Metallplättchen besteht.

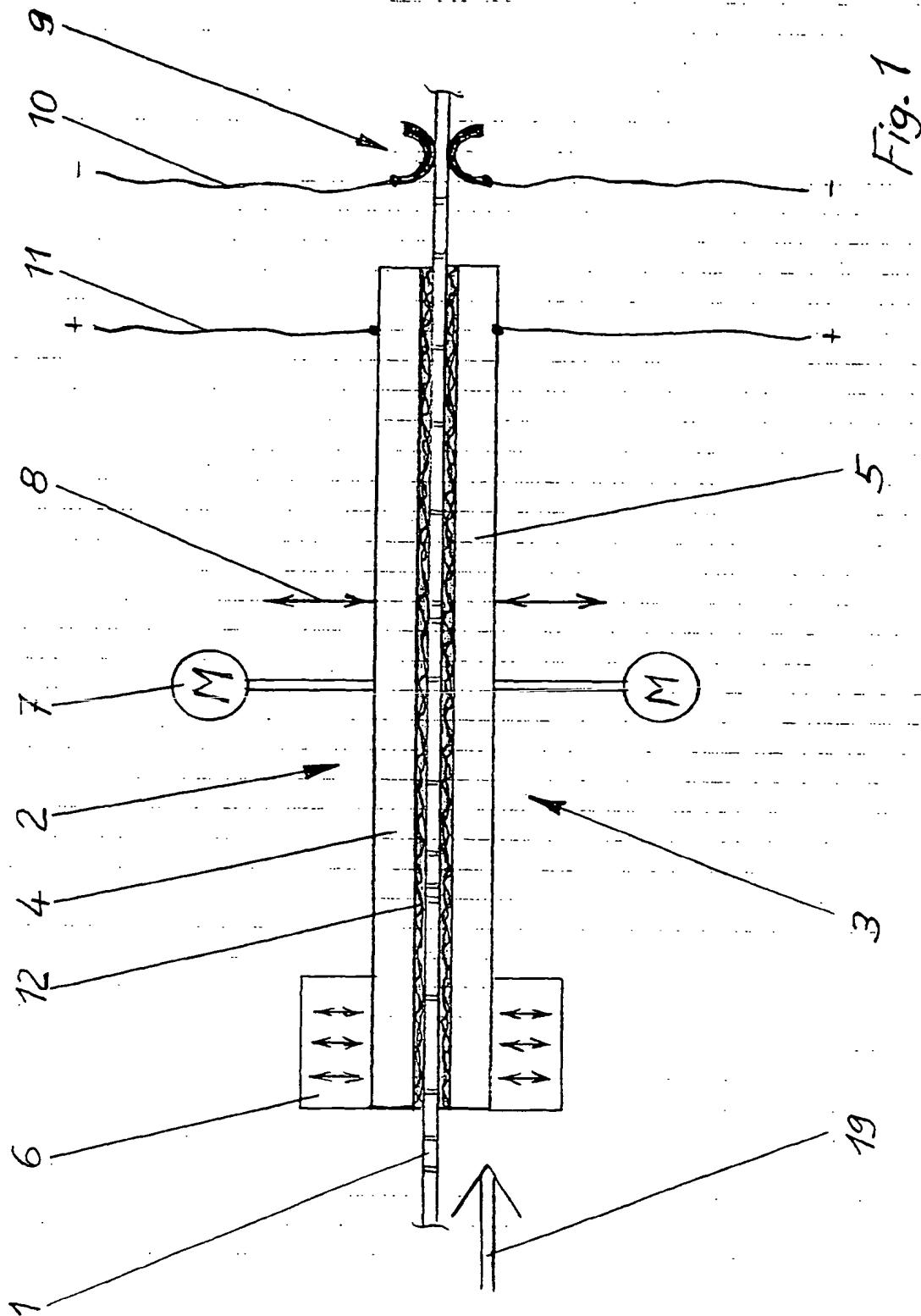
35. Vorrichtung nach den Ansprüchen 29 und 30, gekennzeichnet durch eine Kontaktleiste, die aus einem in sich elastischen und elektrisch leitfähigen Werkstoff besteht.

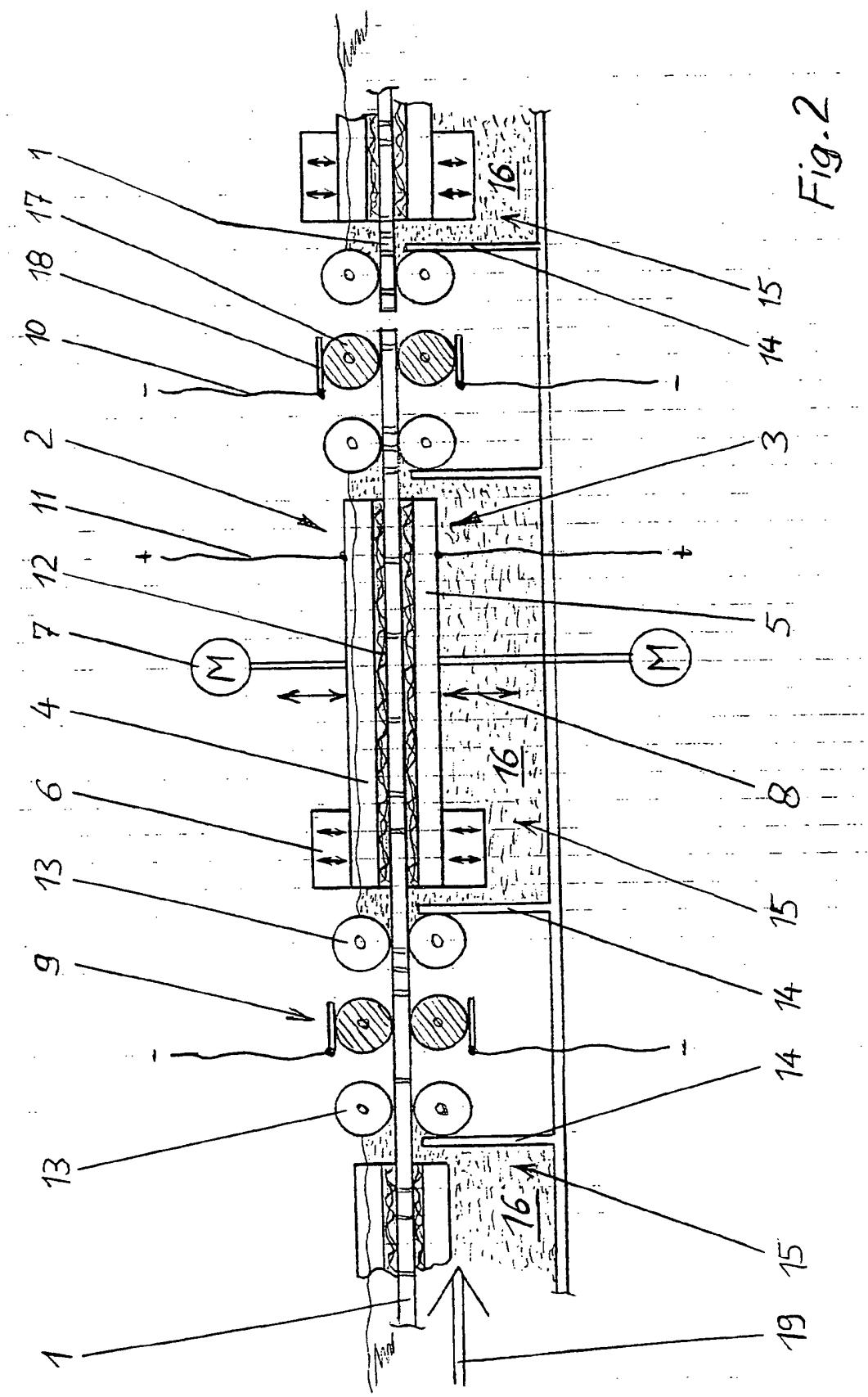
36. Vorrichtung nach den Ansprüchen 29 bis 35, gekennzeichnet durch einen Streifenkontakt, der in einem Winkel ungleich 90° zur Transportrichtung angeordnet ist.

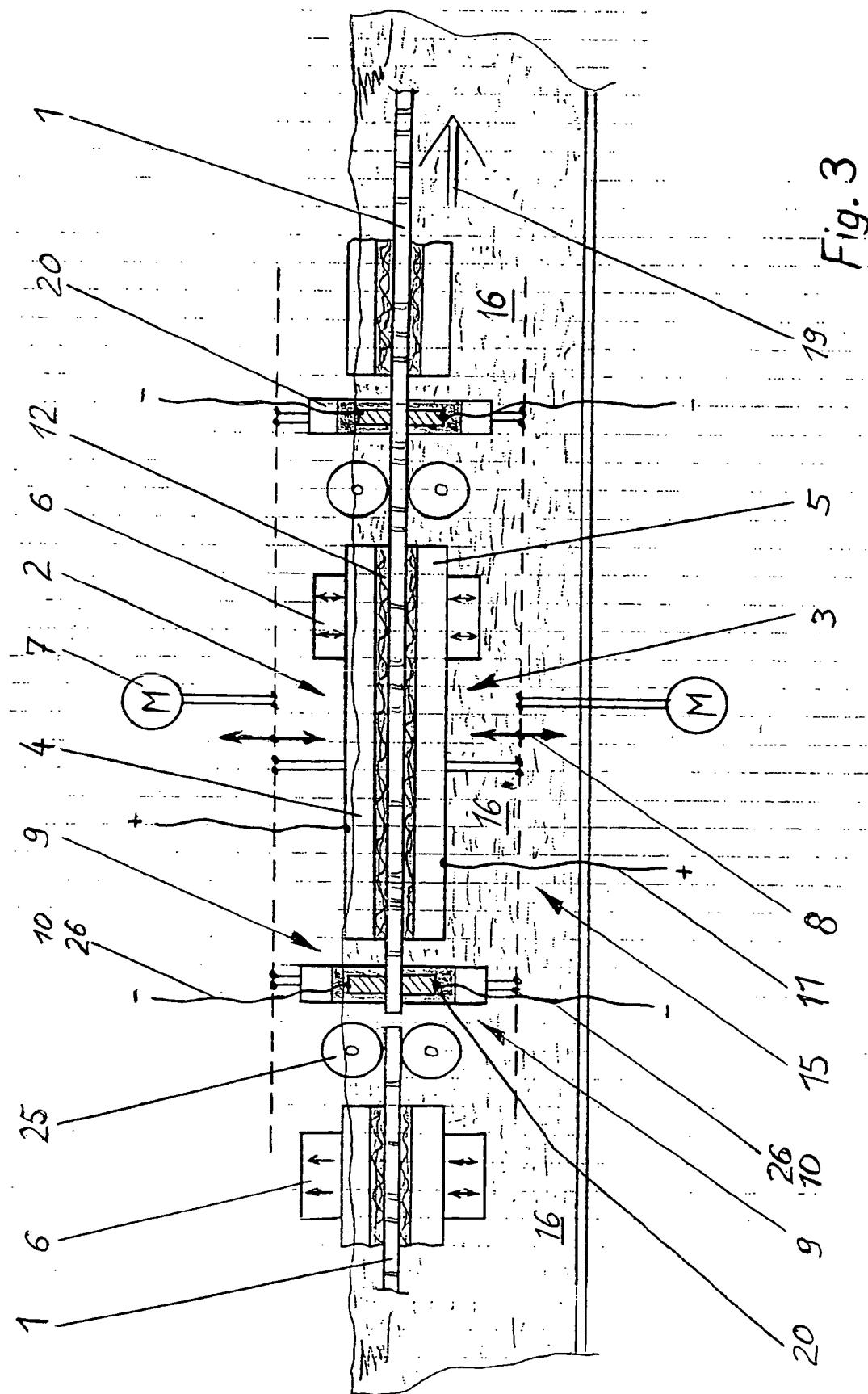
37. Vorrichtung nach den Ansprüchen 29 bis 36, gekennzeichnet durch eine Stromzuführung zum Streifenkontakt in Form von flexiblen elektrischen Leitern.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -







202 150/97

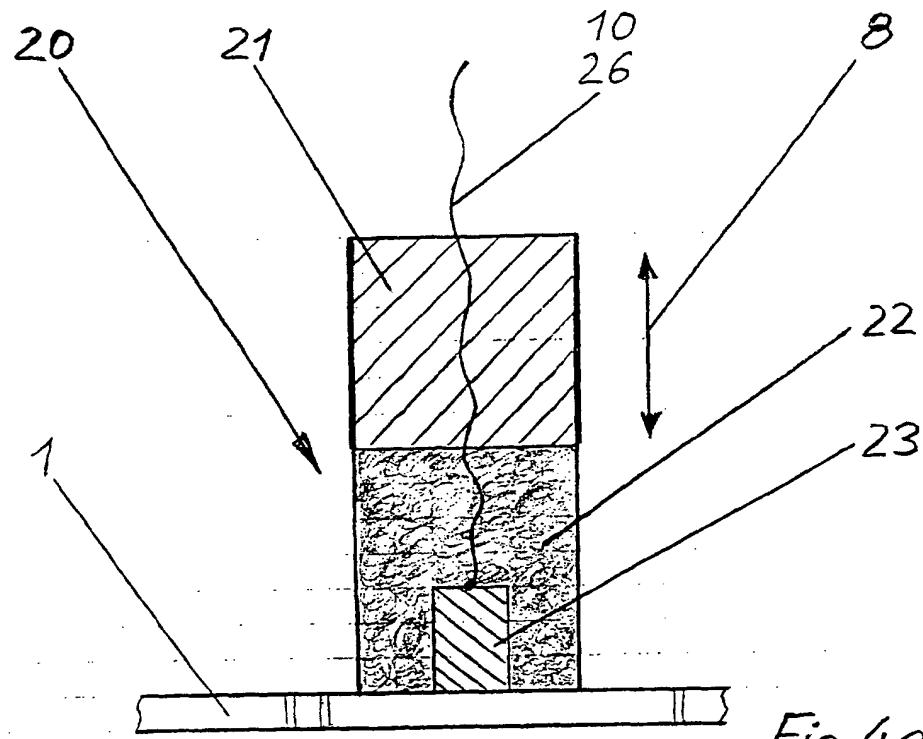


Fig. 4a

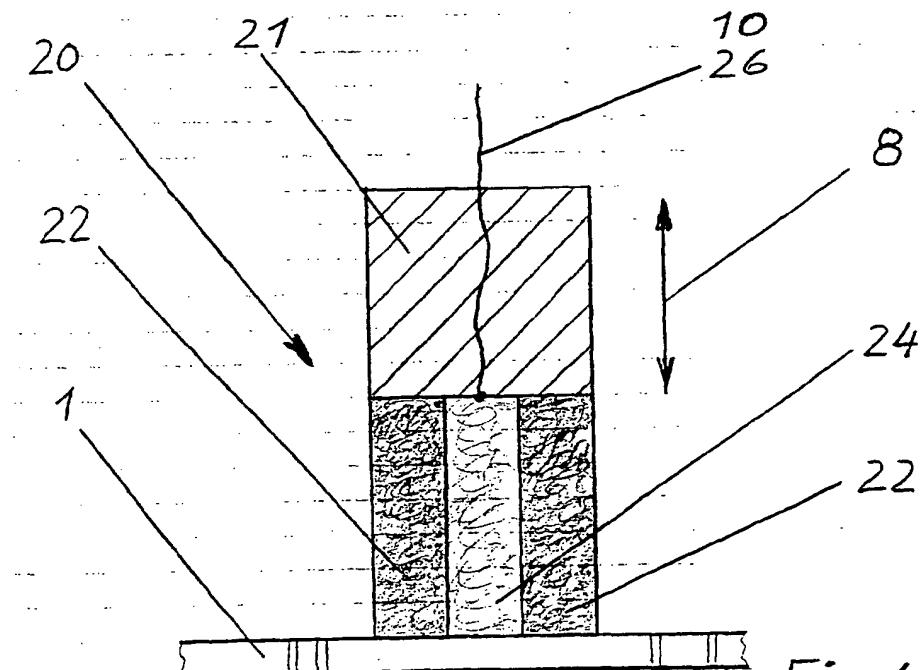


Fig. 4b

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)